

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jana Martincová**

Studijní program: N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor: 2102T012 Využívání zdrojů stavebních nerostných surovin

Téma: Odvozní trasy a vliv na ekonomiku provozu diskontinuální technologie
Transport routes and impact on the economics of discontinuous technology

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Diskontinuální technologie a její využití
2. Konstrukce komunikací, bezpečnostní aspekty
3. Variantní návrh odvozních tras na lomu ČSA
4. Technicko ekonomické vyhodnocení

Závěr

Rozsah práce: 30 - 35 stran textu, 5 - 10 grafických příloh.

Seznam doporučené odborné literatury:

SLIVKA, V., et al.: *Těžba a úprava silikátových surovin*. 1. vyd. Praha: Silikátový svaz, 2002, 443 s., ISBN 80-903113-0-X.

VANĚK, A.: *Moderní strojní technika a technologie zemních prací*. 1.vyd. Praha : Akademie věd České republiky, 2003, 526 s., ISBN 80-208-1045-9.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Miroslav Seidl**

Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 30.04.2013




prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.
vedoucí institutu


prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

**ODVOZNÍ TRASY A VLIV NA EKONOMIKU PROVOZU
DISKONTINUÁLNÍ TECHNOLOGIE**

diplomová práce

Autor:

Bc. Jana Martincová

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Miroslav Seidl

Ostrava 2013

Prohlášení

- *Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.*
- *Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezentačnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Mostě, dne 24.4.2013

Bc. Jana Martincová

Summary

The submitted thesis solves the design of transportation routes for wheeled technology in ČSA mine as capacity expansion of overburden transport to the existing method using long-distance conveyer line. Three routes are designed, that are not in conflict with existing transportation system. The construction of routes meet the requirement for economical and safe operation of fixed dump truck with capacity exceeding 100 tonnes. The investment costs for the construction of transport routes and technologies, operating costs of specified transported overburden volume and comparison of assistive technology are given for comparison. In the separate chapter of the thesis are described the main key points of routes construction that must be respected in the design and subsequent operation of the wheel technology. In the conclusion are technical-economic evaluation of the variant solution and reasons for selecting the final location and transport routes lead in ČSA mine.

Keywords: dump truck, transport route, open-pit mine, overburden transport

Anotace

Diplomová práce řeší problematiku návrhu dopravních tras pro kolovou technologii na lomu ČSA jako rozšíření kapacity přepravy skryvkových hmot ke stávajícímu způsobu pomocí dálkové pásové dopravy. Navrženy jsou tři trasy, které dlouhodobě nejsou v kolizi se stávajícím způsobem dopravy a konstrukčně odpovídají požadavku pro ekonomický a bezpečný provoz pevných damprů o nosnosti převyšující 100 t.. Pro porovnání jsou uvedeny investiční náklady na výstavbu dopravních tras a technologie, provozní náklady na přepravu stanoveného objemu skryvkových hmot a skladba pomocné technologie pro průběžnou provozní údržbu. V samostatné kapitole jsou zpracovány hlavní zásadní body konstrukce dopravní trasy, které je nutné respektovat při projektování a následně při provozu kolové technologie. V závěrečné kapitole je provedeno technicko - ekonomické vyhodnocení variantního řešení a odůvodnění doporučení výběru konečného umístění a vedení dopravní trasy na lomu ČSA.

Klíčová slova: dampr, dopravní trasa, povrchový důl, doprava skryvky

OBSAH:

1	ÚVOD.....	1
2	DISKONTINUÁLNÍ TECHNOLOGIE A JEJÍ VYUŽITÍ	3
2.1	Cyklické a kontinuální stroje.....	3
2.2	Dopravní kolová technologie	5
2.2.1	Klasické konvenční nákladní automobily.....	5
2.2.2	Dampry	6
2.3	Stávající technologické vybavení lomu ČSA	9
3	KONSTRUKCE KOMUNIKACÍ, BEZPEČNOSTNÍ ASPEKTY	11
3.1	Profil důlní komunikace	12
3.2	Odvodnění cest.....	13
3.3	Bezpečnostní náspy	14
3.4	Šířka důlní komunikace	15
3.5	Pohledová vzdálenost	16
3.6	Snižování prašnosti.....	17
4	VARIANTNÍ NÁVRH ODVOZNÍCH TRAS NA LOMU ČSA.....	18
4.1	Těžební a dopravní technologie	18
4.1.1	Parametry dampru	19
4.2	Pomocná technologie.....	21
4.3	Přepravní trasy skryvkových hmot kolovou technologií	22
4.3.1	Trasa 1	22
4.3.2	Trasa 2.....	23
4.3.3	Trasa 3.....	23
4.4	Konstrukce komunikace	24
4.5	Disponibilní časový fond	25

4.6 Počet damprů v rámci jednotlivých variant	26
5 ZÁVĚR	30

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

SHP – Severočeská hnědouhelná pánev

SP – Sokolovská pánev

RVHP – Rada vzájemné hospodářské pomoci

Lom ČSA – lom Československá armáda

DPD – dálková pásová doprava

CAT – Caterpillar

Mth - motohodina

1 ÚVOD

Historický vývoj důlní technologie pro povrchové dobývání byl spojen s vývojem těžebních metod a rozvojem výše těžeb. Technologický pokrok a poptávka na trhu po zboží byla podmíněna zvýšením těžeb nerostných surovin k uspokojení jejich stále rostoucí potřeby. Velmi výrazně ve druhé polovině 19. a na počátku 20. století rostla poptávka po energetických nerostných surovinách a kovech, což v období průmyslové revoluce znamenalo, že byl dán podnět k hornické činnosti ve větším měřítku. K uspokojení rostoucí poptávky po nerostných zdrojích se těžba začala rozšiřovat z malých bohatých a vysoce kvalitních nerostných surovin na ložiska s horšími úložními poměry, docházelo k rozvoji povrchové těžby, která sice znamená daleko větší přesun skrývkových hmot, ale umožňuje těžbu rozsáhlejších ložisek, než je tomu v případě hlubinné těžby.

Jednou z metod dopravy surovin, která na konci na přelomu 20. a 21. století zažívá největší rozmach, je diskontinuální doprava surovin pomocí kolové technologie, a to konkrétně pomocí nákladních automobilů. Přepravní kapacita má stále zvyšující trend, což sebou přináší i zvýšenou hmotnost vlastních strojů a s tím spojené nároky na kvalitu budovaných důlních komunikací. Pokud chceme, aby navržené strojní vybavení dosahovalo co největších těžebních a přepravních výkonů, musí být tomu odpovídající, jak servisní zázemí, tak hlavně budování přepravních tras odpovídajících technickým parametrům strojů a požadavku přepravovaných hmot ve vazbě na ekonomiku provozu.

V současné době je diskutovaná otázka, zda při náhradě dosluhující kontinuální technologie jít cestou její obnovy nebo se orientovat na diskontinuální technologii, která z hlediska svého vývoje dosáhla obdobných výkonnostních parametrů.

Cílem diplomové práce je vyhodnotit alternativní možnosti velkokapacitní těžby, přepravy a zakládání skrývkových hmot. Návrh vychází ze skutečného stavu kontinuální technologie nasazené na velkoplošných jámových lomech. Technické a výkonnostní parametry této praxí ověřené technologie byly použity pro modelování možnosti nahrazení diskontinuální technologií, která má v rámci evropských měřítek ojedinělé výkonnostní parametry. Stěžejním cílem je

Bc. Jana Martincová: Odvozní trasy a vliv na ekonomiku provozu diskontinuální
technologie

porovnání vlivu návrhu odvozních tras z pohledu investiční a výrobní strategie
firmy.

Výběr ekonomicky výhodnější varianty tedy přinese provozovateli ve spojení s
další těžbou vyšší užitky v podobě zlepšení celopodnikového výsledku
hospodaření. [2]

2 DISKONTINUÁLNÍ TECHNOLOGIE A JEJÍ VYUŽITÍ

Existuje mnoho možností a způsobů pro rozpojování, nakládku a přepravu nadložních hmot a vlastní těžené suroviny. V našem případě při využití technologie na těžbu uhlí a tomu odpovídajícímu objemu těžby skrývkových hmot lze obecně konstatovat, že ve světě jsou nejvíce nasazeny stroje, které obecně nazýváme systémy kontinuální a diskontinuální těžby, dopravy a zakládání. Existuje řada světových výrobců dodávajících stroje požadovaného typu a výkonu. Při volbě technologie je systém určen těženou komoditou, navazující úpravou komodity, objemem těžených hmot a v neposlední řadě ekonomikou provozu a vlivem na životní prostředí.

2.1 Cyklické a kontinuální stroje

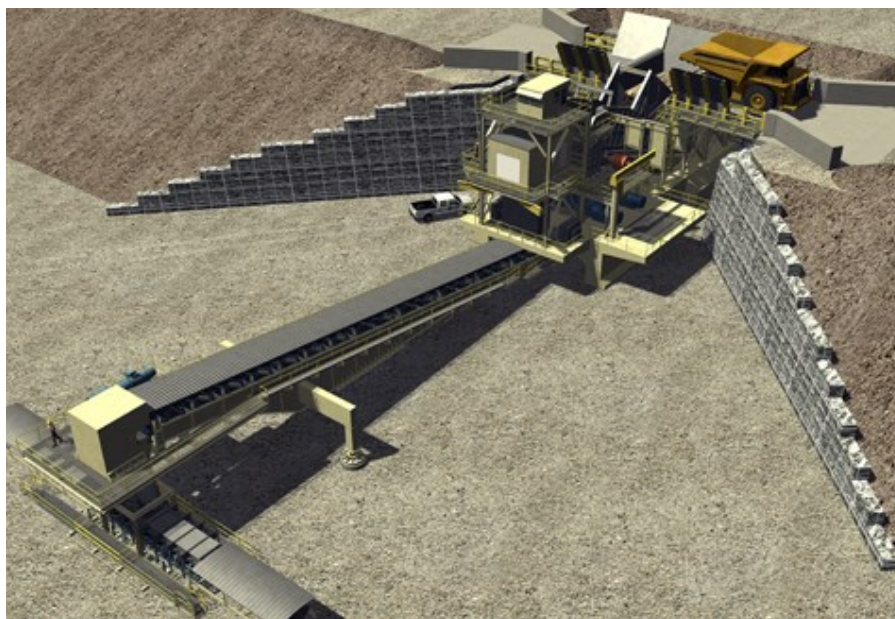
Kontinuální systémy na povrchových dolech v rámci SHP a SP byly nasazeny začátkem druhé poloviny 20. století. Důvodem nasazení bylo dáno zvýšení objemu těžby hnědého uhlí povrchovou těžbou a zabezpečení stále se zvyšujícího objemu těžby skrývkových hmot jednak ve spojitosti s výše uvedeným požadavkem na hnědé uhlí, dále pak zhoršujícím se skrývkovým poměrem. Kontinuální systémy používané pro povrchovou těžbu nerostných surovin představují kolesové a korečkové rypadla, dálková pásová doprava a pásové zakladače. Většinou se takto složený technologický celek používá při těžbě hnědého uhlí a skrývkových hmot, v podstatě při operacích spojených s velkoobjemovou povrchovou těžební operací. [1]

Velkému rozmachu této technologie přispělo i soustředění těžby do větších celků s rozvinutím porubních front na velkém území, což umožnilo nasazení výkonnějších dobývacích strojů a využití jejich výkonnosti. Technologie byla téměř kompletně vyráběna v zemích bývalé RVHP, což mělo význam i z hlediska tzv. devizových nákupů. Tehdejší Československo patřilo ke světové špičce ve výrobě kontinuálně pracujících strojů. V neposlední řadě je nutné zdůraznit, že tehdejší výkonnost cyklicky pracujících strojů byla velmi malá a nevyhovovala požadavkům na výši těžby.

Cyklicky pracující stroje, popř. dnes užívaný termín diskontinuální technologie v oblasti těžby uhlí, jsou systémy skládající se z lopatového rypadla, kolové technologie a těžkých dozerů nasazených na základací straně. Jejich výhodou je velká variabilita nasazení, možnost různých kombinací a v poslední době se stále více začíná prosazovat největší výhoda této technologie, a to její možné získání na operativní leasing.

V dnešní době výkon lopatových rypadel a přepravních systémů umožňuje dosažení dostatečného a potřebného výkonu pro těžbu nadložních zemin a těžené suroviny na povrchových dolech s hlubokým uložením těžené suroviny a s dlouhou životností. Stále se hledá optimální složení a přizpůsobení ostatních podpůrných záležitostí pro co nejvýhodnější ekonomické řešení, čemuž rozhodně operativní leasing přispívá.

Existuje mnoho příkladů ve světě, kdy dochází ke kombinaci obou technologií s využitím předností či výhod jednotlivých částí celků.



Obrázek 1 - Překládací místo s drtičem skrývky

Jako příklad lze uvést kombinaci ve skladbě lopatové rypadlo, přesun skrývkových hmot pomocí damprů na krátkou vzdálenost bez prudkých stoupání v prostoru těžebních řezů k drtiči skrývky a odtud doprava materiálu pomocí násypky na DPD a provedení zakládání pomocí pásového zakladače.

Tím se částečně eliminují veškeré nevýhody jednotlivých technologií a je reálné dosažení, při důsledně provedené projektové přípravě, velmi vysokých výkonů.

Při určení vhodné technologie vždy vyvstává řada variantních řešení a problémů, každopádně u každé realizace se po realizaci očekávají výhody snížení nákladů ve zvýšeném rozsahu povrchových operací a zařízení. Výběr důlního zařízení je funkce důlního plánu.

2.2 Dopravní kolová technologie

V dřívějších dobách byla kolová technologie prezentována nákladními automobily, které se podstatně nelišily od klasických nákladních automobilů v terénním provedení užívaných v běžném silničním provozu. Typickým příkladem byly vozy Tatra, které byly běžně používané jak ve stavebnictví, tak i pro těžbu surovin. V dnešní době je rozdělení poněkud jiné a dělení je následující:

- klasické konvenční nákladní automobily
- dampy
- tahače

Do dopravní kolové technologie lze přiřadit ještě další stroje, které slouží k přepravě materiálu. Jedná se však většinou o specializované stroje s malou přepravní výkonností, konstrukční rychlostí či jinými omezeními, které neumožňují nasazení na povrchových dolech při těžbě uhlí. Typickým příkladem je např. skrejpr, tento stroj je však využitelný pouze pro skrývku ornice. [3]

2.2.1 Klasické konvenční nákladní automobily

Klasické nákladní automobily v terénní úpravě se v zásadě používají v případech, kdy není požadavek na velký objem přepravy hmot a v místech, kde je část přepravy vedena po běžně užívaných komunikacích. Tím je dáno i rozměrové omezení v souladu s vyhláškou č. 341/2002 Sb. O provozu na pozemních komunikacích a zároveň se jedná i o omezení přepravní kapacity. V našich podmínkách jsou tyto typy nákladních automobilů většinou nasazeny při maloobjemových těžbách, např. v pískovnách, kamenolomech, atd. [3]

Na povrchových dolech při těžbě hnědého uhlí se spíše jedná o pomocnou technologii sloužící hlavně ve fázi rekultivačních prací.

V této kategorii je mnoho výrobců, které dodávají automobily splňující požadavky na zhoršené průjezdní podmínky na nezpevněných komunikacích, jako příklad lze uvést firmu DTS Vrbenský a.s., dřívejší dceřinnou společností spadající pod skupinu Czech Coal, kde většinu vozového parku tvoří jednostranné a dvoustranné sklápěče Volvo provozované jak sólo vozidla nebo jako soupravy. Tato vozidla jsou převážně využívána pro přepravu sypkých hmot, především zeminy, jílu a spraší. K dispozici je 19 nákladních vozidel Volvo různých konfigurací s vleky a návěsovou soupravou s objemem návěsu 45m³ a nosností 32 tun.

Omezení celkové hmotnosti vozidla při jízdě po pozemních komunikacích je, pokud ovšem jde o dvojitou montáž pneumatik na hnací nápravě, následující:

- se třemi nápravami 26 tun;
- se čtyřmi a více nápravami 32 tun;
- u vozidla s dvounápravovým přívěsem 36 tun;
- u vozidla s třínápravovým přívěsem 42 tun.

2.2.2 Dampry

Pro velkoobjemovou přepravu jsou vyvinuty speciální nákladní automobily, které se konstrukčně liší podle způsobu nasazení a využití. Společné pro tyto nákladní automobily je absolutní omezení jízdy po komunikacích.

Nákladní vozidlo typu dampr je v současné době nejvíce se rozvíjející se skupinou vozidel. Dle konstrukčního řešení se dělí na:

- dampr s pevným rámem
- kloubový dampr

Dampry s pevným rámem jsou velkokapacitní robustní stroj s možností přepravy uhlí, zemin a skalních hornin na vzdálenost větší než 1km na komunikacích se zpevněným povrchem. To je dáno systémem pohonu náprav 4x2, což neumožňuje ekonomickou dopravu při jízdě v měkkém a kluzkém materiálu. Vzhledem k

rozměrům a vysokému měrnému tlaku nemohou jezdit na veřejných komunikacích.

V současné době jde o nejdynamičtější se rozvíjející se typ nákladních automobilů a neustále má rostoucí trend vývoje co do velikosti a složitosti. Například 400-tunové pevné dampry jsou dnes asi 10 krát větší, než pevné dampry z padesátých let, kdy celková hmotnost nepřevyšovala 35 tun. Dá se konstatovat, že každé desetiletí znamenalo nárůst 50% užitečného zatížení. [3]

V současné době největší pevné dampry vyrábí firma Liebherr. Typ T 282B je vyráběn od roku 2005 a má následující technické parametry:

- Rozměry:
 - o délka 14,5 m
 - o výška 7,4 m
 - o šířka 8,8 m
 - o rozvor náprav 6,6 m
- Pohotovostní hmotnost: 230 tun
- Užitečné zatížení: do 363 tun, v závislosti na dodávané korbě
- Maximální hmotnost: 592 tun

Kloubové dampry jsou často používány na dopravu materiálu při těžbě surovin či při stavebních pracích. Největší předností je možnost jejich provozování na neupravených komunikacích a ve velmi těžkém terénu. To umožňuje velmi malý tlak na podložku jednotlivých kol, neboť zatížení kola je v rozmezí 7-12t, dále pak systém pohonu, který je obvykle 6x6. Nedostatek při provozu na nezpevněných komunikacích je nutnost vysokého valivého odporu, problémem mohou být i další závady na komunikaci, jako je např. vysoká prašnost. To v konečném hledisku snižuje výkonnost celé sestavy a je nutné hledat v rámci zpracování projektu ekonomickou hranici jejich nasazení při úspoře investičních nákladů na výstavbu zpevněné důlní komunikace. Z toho vyplývá, že čím delší je doba dopravy materiálu, tím se snižuje výhodnost použití kloubových damprů.

Kloubové dampry jsou vyráběny v několika výkonových řadách s nosností 15 – 25t. Kloubový dampr se skládá z přední tahačové části, která je kloubem spojena s nákladovou částí zadní. Novým trendem ve vývoji jsou dampry s plně

odpruženými nápravami (tzv full suspension), které dosahují při stejném zatížení a objemu naloženého materiálu vyšších přepravních rychlostí a tím i vyšší produktivity.



Obrázek 2 - Kloubový dampr

Provoz kloubových damprů byl odzkoušen na SD a.s., konkrétně na pátém skrývkovém řezu Dolů Bílina, kde tvoří spolu s hydraulickými rýpadly kategorie CAT 374 cyklickou technologii při zdolávání nejtěžších partií s častým výskytem pískovců. Celkově je nasazeno šest kloubových damprů Volvo A 40 E. Jejich pořízení a nasazení si vynutila nutnost náhrady za požárem zničeného kolesového rýpadla KU 800.5/K 65.

Tahače v podmínkách našich povrchových dolů při těžbě uhlí nejsou nasazeny. Jedná se o automobily, které ve světě slouží převážně k dopravě uhlí na určené místo skládky. Tyto automobily, vzhledem k délce korby, mají spodní vyklápění materiálu, popř. se materiál vykládá pomocí hydraulické tlačné desky umístěné v korbě automobilu. Tyto automobily jsou velmi závislé na dobrých podmínkách dopravních silničních cest. [3]



Obrázek 3 - Velkokapacitní tahač

2.3 Stávající technologické vybavení lomu ČSA

Rozvoj těžby hnědého uhlí v podkrušnohorské hnědouhelné pánvi probíhal dle dlouhodobé koncepce a tomu byl podřízen jak plošný rozvoj povrchových hnědouhelných dolů, tak i strojní vybavení odpovídající potřebám těžby hnědého uhlí a skrývkových hmot.

Technologické vybavení lomu ČSA je poplatné skutečnosti, že tehdejší Československo patřilo ke světovým velmocím ve výrobě kontinuální technologie. Kolesová rýpadla firmy UNEX v typicky žluté barvě byly domácí produkce, rovněž tak pásová doprava a zakladače návazných výkoností. Dále je nutné si uvědomit, že v tehdejší době vývoj diskontinuální technologie započal a teprve v posledních desetiletích 20. století dosahovaly tyto stroje potřebných výkonových parametrů. V neposlední řadě šlo o otázku zabezpečení těžby velkých objemů. [1]

Bc. Jana Martincová: Odvozní trasy a vliv na ekonomiku provozu diskontinuální technologie

V současné době je diskutovaná otázka, zda při náhradě dosluhující kontinuální technologie jít cestou její obnovy, nebo se orientovat na diskontinuální technologii, která z hlediska svého vývoje dosáhla obdobných výkonnostních parametrů.

Tabulka 1 - Technologie lomu ČSA

Typové číslo	Záv. číslo	Rok nas.	Poslední GO	provoz	Poznámka
KU 300/24	K 86	1980	1993	Ano	TC1
KU 300/17	K 73	1977	1985	Ano	TC1
KU 300/23	K 82	1979	1994	Ano	TC1
KU 800/7	K 75	1977	1992	Ano	TC2 (TC č. 1)
KU 800/9	K 81	1979		Ne	Odstaveno na M.M.
KU 800/13	K 90	1981		Ano	TC2 (TC č.3)
RK 5000/0	R 10	1983		Ano	TC2 (TC č. 4)
ZP 6600/6	Z 82	1977	1992	Ano	TC2 (TC č. 1)
ZP 6600/9	Z 84	1979		Ano	TC2 (TC č. 4)
ZP 6600/13	Z 87	1981		Ne	Odstaveno
ZP 6600/19	Z 95	1985		Ano	TC2 (TC č.3)

Z tabulky vyplývá, že vlivem omezení dalšího kontinuálního postupu těžby a rozvoje porubní fronty došlo již nyní k odstavení jednoho celku řady TC 2. [5]

Uvedená technologie je doplněná DPD, drtiči, S – vozy, pojízdnými násypkami, trafostanicemi, atd. K vlastnímu provozu pak ještě patří úpravna uhlí, správní budovy, dílny, sociální zařízení budované v souladu s kapacitou lomu.

3 KONSTRUKCE KOMUNIKACÍ, BEZPEČNOSTNÍ ASPEKTY

Důlní komunikace by měla být navržena na určitou úroveň výkonu s možností jednoduché údržby. Dobře vybudovaná a udržovaná důlní komunikace umožní provozovat dampry bezpečně a efektivně.

Obecně lze konstatovat, že důlní komunikace má významné výhody pro předchozí i následné důlní operace. Dobře navržená a průběžně udržovaná důlní komunikace by měla splňovat následující základní podmínky:

- zajistit bezpečné provozní podmínky a snížení dopravních rizik;
- snížení provozních nákladů damprů, které lze dosáhnout:
 - dosažením maximálních konstrukčních rychlostí,
 - dosažení co nejvyšší produktivity,
 - snížení nákladů na objemovou jednotku přepravovaných materiálů;
- dosažení co nejmenších nákladů na údržbu důlních komunikací zajištěním:
 - eliminace destrukce tělesa důlní komunikace vlivem povrchových vod,
 - snížení prašnosti,
 - dosažení požadované projektované životnosti. [2]

Vhodně navržená komunikace má vliv i na provozní spolehlivost strojů, což se zejména projevuje na:

- menším namáhání hnacího ústrojí;
- zvýšené životnosti rámu a zavěšení kol;
- nižších nákladech na údržbu po dobu životnosti stroje;
- zlepšené životnosti pneumatik a ráfků kol.

Množství času a úsilí vynaložených při budování na "specifikaci" bude mít za následek dlouhodobé výhody - snížení oprav a lepší výkon. Dobře stavěný a nákladově efektivní povrch silnice leží někde mezi extrémy:

- Zpracovat návrh a vybudovat důlní komunikaci, která nepotřebuje žádné opravy nebo běžnou údržbu po celou dobu životnosti, jde o

způsob, který je investičně velmi náročný, provozní náklady jsou však minimální.

- Zpracovat návrh a vybudovat důlní komunikaci s velmi nízkými investičními náklady, která bude po dobu životnosti vyžadovat velmi vysoké provozní náklady na opravy, vysokou intenzitu údržby a průběžné obnovy.

To je místo, kde integrovaný přístup dolu k projektu důlní komunikace přináší výsledky - projektování důlní komunikace má mít za cíl vybudovat a udržovat povrch po celou dobu jeho životnosti při co nejnižších celkových investičních nákladech.

V rámci důlní komunikace pro provoz damprů rozlišujeme tyto základní úseky v rámci celé trasy:

- stabilní část důlní komunikace,
- přechodová část komunikace,
- komunikace vedená na pojezdových pláních v řezu nebo na výsypkové etáži.

3.1 Profil důlní komunikace

Návrh důlní komunikace vychází z technických parametrů největšího použitého dampru. To je výchozím bodem pro všechny konstrukce týkající se uspořádání a sladění důlní komunikace, jak v horizontální (šířka důlní komunikace, poloměr zatáček, atd.) tak i ve vertikální (sklony, křížové pokles / převýšení, převýšením atd.) rovině.

Při návrhu důlní komunikace je důležité respektovat základní bezpečnostní požadavky na provoz damprů, jako je např. požadavek na bezpečné zastavení stroje, požadavek na co nejlepší přímou viditelnost atd. Konečným cílem je vytvořit optimálně účinný a bezpečný projekt vedení trasy ve složitých podmínkách povrchového dolu. Jak následně ukazuje výpočet v kap. 4, nemusí být nejkratší vzdálenost mezi místem nakládky a místem zakládání ekonomicky nejvýhodnější a nejbezpečnější.

Podélný profil linie důlní komunikace je nutné volit tak, aby byla nalezena správná rovnováha mezi nízkým počtem cyklů dampru a minimálním opotřebením strojního zařízení a pneumatik. Příliš strmé stoupání snižuje délku důlní komunikace, ale vyžaduje použití zvýšeného výkonu při dosažení nižší průměrné rychlosti. Příliš mírný stupeň stoupání v prostoru povrchového dolu většinou vyžaduje více výkopových prací či tvorbu náspů.

Vedení trasy by mělo být pokud možno výškově konstantní, čímž se snižuje nutnost častého řazení a změny maximálně dosažitelné rychlosti v daném úseku. Pokud tomu tak není, zvyšují se náklady na údržbu vozidel a také náklady na údržbu trasy. Doporučené maximální stoupání na jednotlivých druzích komunikací je uveden v tab. č. 2.

Tabulka 2 - Doporučené maximální sklony stoupání

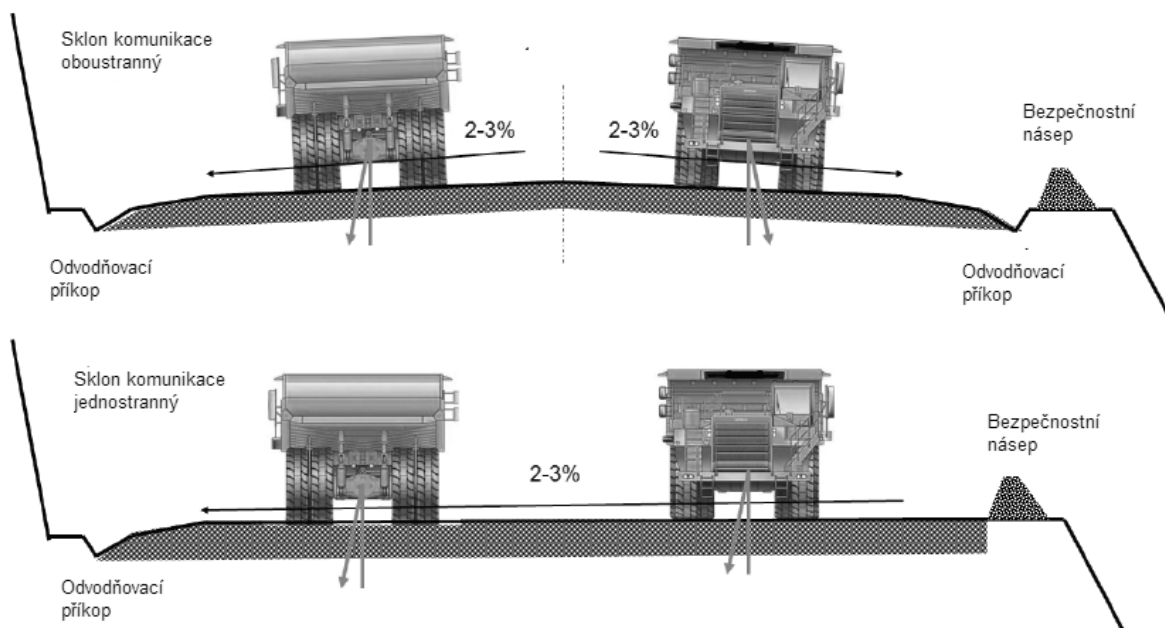
Typ důlní komunikace	Maximální stupeň
stabilní část důlní komunikace	10%
dočasné komunikace vedená na výsypkové etáži	7%
dočasné komunikace vedená na pláních v řezu	10%
přechodová část komunikace	10%
zatáčky / serpentiny	0%

3.2 Odvodnění cest

Voda je nejčastější příčinou poškozování důlních komunikací a možná destrukce většinou vede ke snížení výkonnosti přepravní technologie, popř. k jejímu absolutnímu odstavení, protože pro dampry této kategorie neexistuje žádná objízdná trasa. Systém odvodnění je tudíž jedním z prvořadého úkolu projektanta. Voda stojící na povrchu vozovky snižuje bezpečnost řízení a způsobuje silniční degradace. Případné nasycení komunikace je příčinou snížení strukturální pevnosti a způsobuje výmoly a podemletí tělesa komunikace.

V případě srážkové činnosti je potřebné, aby se rychle odvedly vody z povrchu vozovky a zabránilo se tak hromadění vody na tělese komunikace či

v bezprostřední blízkosti, aby nedošlo k nasycení vody tělesa důlní komunikace a následné degradaci a erozi půdy. Z tohoto důvodu by měl být příčný sklon důlní komunikace se sklonem 2 až 3% od středu na obě strany v případě vybudovaného oboustranného odvodnění, popř. 2 – 3% směrem k jedné straně důlní komunikace v případě jednostranného odvodnění. [4]



Obrázek 4 - Profol komunikace

Důležitou součástí odvodnění jsou propustky uložené pod vlastním tělesem důlní komunikace. Propustky je třeba dimenzovat tak, aby:

- vyhovovaly podmínkám specifikace konstrukčního požadavku důlní komunikace
- zabezpečily odtok vody a zabránilo se tak případným přelivům přes těleso komunikace.

3.3 Bezpečnostní násypy

Bezpečnostní násypy se budují v místech, kde důlní komunikace prochází místem nebezpečí pádu při vedení komunikace na strmých svazích. Záchytný val musí být vysoký minimálně $\frac{1}{2}$ výšky kola největšího provozovaného stroje na kolovém

podvozku nasazeného na důlní komunikaci. Valy je třeba vnímat jako bezpečnostní navíc, a neměly by být používány jako brzda či dokonce jako ukazatel dosažení hrany řezu. [4]

3.4 Šířka důlní komunikace

Šířka trasy důlní komunikace na přímých a zakřivených úsecích musí být přiměřená, aby umožňovala bezpečný provoz vozidla a umožňovala kontinuitu provozu. Doporučuje se, aby každá důlní komunikace poskytovala výběr možnosti změny směru při odstávce dampru předchozího. Důlní komunikace, které jsou příliš úzké, vytvářejí nepříjemné jízdní podmínky, které ve skutečnosti zpomalují provoz a zvyšují dobu výrobního cyklu.

Rovné sekce

- Jednoproudé důlní komunikace mají mít minimální šířku rovnající se dvojnásobku šířky nejširšího provozovaného dampru. Šířka nezahrnuje těleso bezpečnostních náspů v případě jejich vybudování;
- Dvouproudé důlní komunikace mají mít minimální šířku rovnající se 3,5 násobku šířky nejširšího provozovaného dampru. Šířka nezahrnuje těleso bezpečnostních náspů v případě jejich vybudování;

Zakřivené sekce - zatáčky

- Šířka se rozšiřuje z důvodu předního a zadního převisu dampru, v našem případě bude použit faktor 1,18, kterým se násobí vypočtená šířka komunikace.

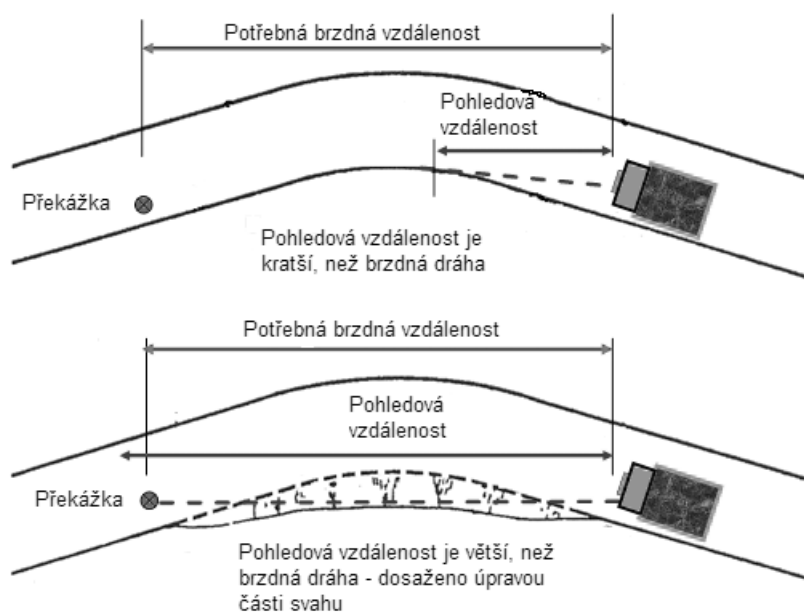
Příliš úzké důlní komunikace mohou výrazně snížit životnost pneumatik tím, že dampr najíždí na boční bariéry při průjezdu jiného vozidla. To má za následek poškození bočnice, nerovnoměrné opotřebení a průrazy.

3.5 Pohledová vzdálenost

Pohledová vzdálenost je vzdálenost měřená podél vozovky od řidiče k objektu nebo mezi dvěma řidiči na konkrétní výšce nad vozovkou, vyskytující se ve stejném pruhu cesty. Pohledová vzdálenost úzce koreluje s brzdou dráhou dampu a ve všech případech musí být tato vzdálenost řidiče k nepředvídatelnému nebezpečí vždycky větší než požadovaná vzdálenost pro zastavení vozidla. Pohledová vzdálenost je dána:

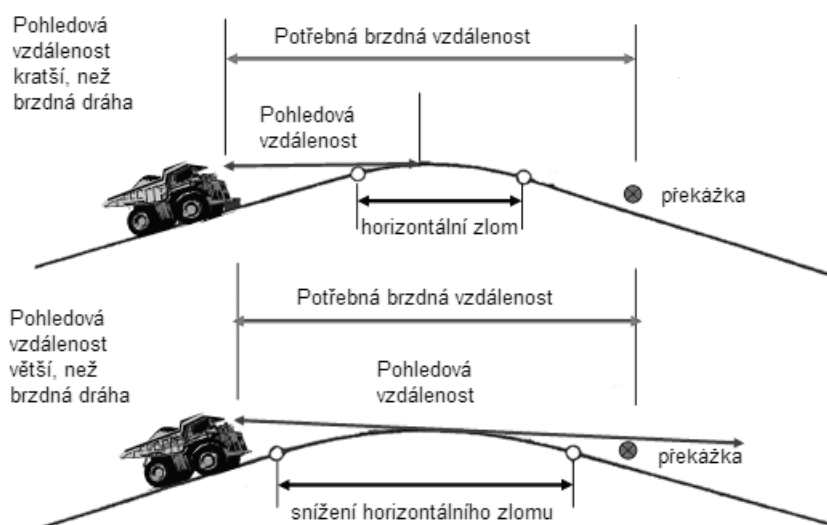
- konstrukční rychlostí na důlní komunikaci;
- nejmenším vozidlem pohybující se na důlní komunikaci;
- brzdou dráha největšího vozidla používaného na důlní komunikaci.

V případě, že pohledová vzdálenost je narušena příkrými skalními zářezy, stromy nebo jinými překážkami, je výhodnější jejich odstranění, než omezování rychlosti.



Obrázek 5 - Pohledová vzdálenost vertikální

Vertikální křivky, které jsou příliš ostré, mohou rovněž vytvořit podobné problémy. Jednoduché řešení je snížení vrcholu, což zvyšuje viditelnost a prodlužuje reakční dobu strojníka. [4]



Obrázek 6 - Pohledová vzdálenost horizontální

3.6 Snižování prašnosti

Při dopravě materiálu pomocí kolové technologie je nutné brát zřetel na otázky životního prostředí, které jsou ostatně vysoko na seznamu priorit v jakékoliv oblasti provozu. Prach je problémem zvláště v suchých obdobích bez výrazné srážkové činnosti a velmi výrazně ovlivňuje hygienické prostředí i mimo vlastní komunikaci či prostor povrchového dolu. Nadměrná prašnost je také otázkou bezpečnosti vlastního provozu, protože se jednak výrazně snižuje viditelnost a dále může dojít k nálepům prachových složek na vzduchových filtrech, brzdách a dalších pohyblivých částech. Prašnost se snižuje vhodnou konstrukcí důlní komunikace a největší podíl na snižování prašnosti má i včasné a průběžné kropení stacionárními rozprašovači, či pomocí mobilních cisteren. Množství vody při kropení se řídí množstvím prachu ve vzduchu. Pokud by kropení důlní komunikace bylo nadměrné, stala by se v některých částech velmi kluzká, což následně vede k degradaci povrchu komunikace a ztráty trakce pro důlní vozidla.

4 VARIANTNÍ NÁVRH ODVOZNÍCH TRAS NA LOMU ČSA

Cílem diplomové práce je vyhodnotit alternativní vedení dopravních důlních komunikací pro odvoz skrývkových hmot v ročním objemu 6 mil m³ skrývky.

Skrývkové zeminy na řezech v budoucím postupu lomu ČSA do prostoru Obránecké výsypky nejsou vhodné pro těžbu technologickými celky s kontinuální dopravou. Nevhodnost nasazení kontinuální technologie je daná výskytem zemin s nepříznivými geomechanickými vlastnostmi pro tuto technologii a přítomností sutí, cizích předmětů, základů staveb, kamenů a podobně. Zeminy těžené v uvažovaném prostoru lze podle JKS zařadit do tříd A a B zhruba v tomto poměru A: 50%, B: 50%. [5]

V postupu skrývkových řezů budou odtěžovány kvartérní vrstvy třídy A, tvořené hlínou, zahliněnými štěrkopísky, štěrky, písky a sutěmi. V tomto horizontu můžeme předpokládat i určité procento zvodnění sutí, štěrkopískových a štěrkových poloh.

Dále se zde vyskytují výsypková tělesa tvořená z převážné části materiály třídy B, tzn. jíly, jílovci a jejich ekvivalenty v různém stádiu narušení a ulehlosti. Zde lze předpokládat i zvýšenou lepivost materiálu. Ve výsypkových tělesech nelze vyloučit ani přítomnost tzv. černých skládek nebo, jak je uvedeno výše i přítomností jiných materiálů.

4.1 Těžební a dopravní technologie

Pro těžbu a dopravu byla zvolena sestava strojů, která odpovídá požadavku na objem těžby, přepravy a založení skrývkových hmot. Na základě konzultací s pracovníky firmy Phoenix Zepeelin je skladba strojů následující:

Dobývací část

- Rypadlo RH 120
- celkem 2 stroje v sestavě

Doprava

- Dampr CAT 785D
- počet bude odlišný dle délky a profilu tras jednotlivých variant

Zakládání

- Dozer CAT D11TCD
- Dozer CAT D10R
- stroje jsou po 1 v celé sestavě

Případná součinnost navržené technologie by při vhodné volbě postupů a dodržení předpokládaných výkonů neměla být problematická. V rámci diplomové práce nebude výkonnost rypadel a dozerů dále počítána. Časy nakládky rypadel byly převzaty z technické dokumentace fy. CAT.

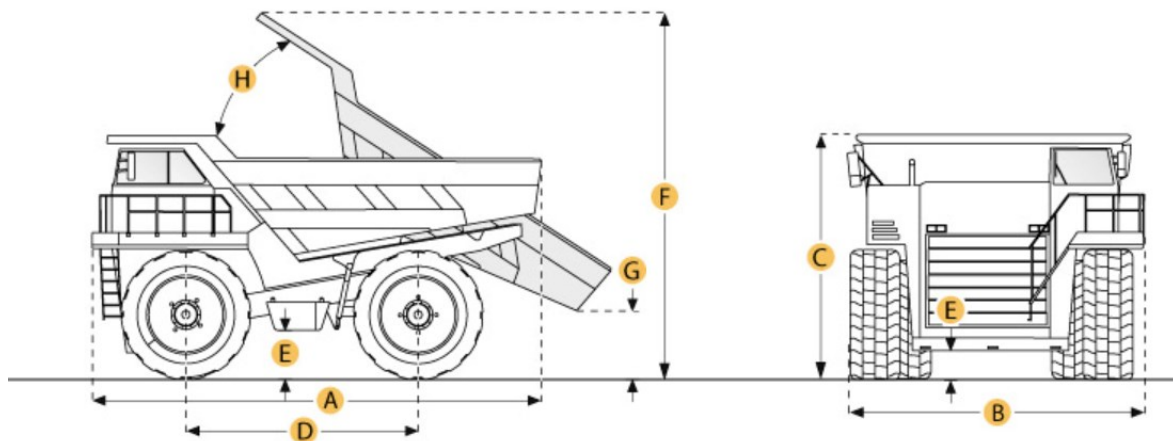
4.1.1 Parametry dampru

Jak je uvedeno v předchozím textu, pro odvoz materiálu byl zvolen pevný dampr CAT 785D. Dampr je navržen pro vysoký přepravní výkon při zajištění pohodlí posádky a předpokládaná životnost 7 000 Mth je dána robustní konstrukcí. Dampr byl speciálně vyvinut pro aplikace v důlním provozu. Konstrukční řešení zabezpečuje využití maximálního přepravního výkonu využitím maximálních rychlostí a tím se snižují náklady na objemovou přepravní jednotku. Snadná údržba zajišťuje vysokou spolehlivost a minimalizují se tak odstávky technologie. Jedná se o osvědčený stroj a jeho technické parametry jsou následující:

- Výkon motoru 1005 kW
- Provozní hmotnost 249,5 t
- Objem korby 78,2 m³
- Užitečné zatížení 133 t
- Maximální rychlost 54.8 km / h
 - Převodový stupeň 1 12,1 km / h

Bc. Jana Martincová: Odvozní trasy a vliv na ekonomiku provozu diskontinuální technologie

- Převodový stupeň 2 16,3 km / h
- Převodový stupeň 3 22,2 km / h
- Převodový stupeň 4 29,9 km / h
- Převodový stupeň 5 40,6 km / h
- Převodový stupeň 6 54,8 km / h
- Zpětný chod 11 km / h
- Rozměr pneumatik 33,00-51 50PR
- Doba zvedání korby 15,2 s
- Doba sklápění korby 15,9 s



Obrázek 7 - CAT 785D rozměrový náčrtek

A	Celková délka	11 548 mm	E	Světlá výška	987 mm
B	Celková šířka	6 640 mm	F	Výška korby při výklopu	11 809 mm
C	Celková výška	5 122 mm	G	Světlá výška korby při výklopu	1 200 mm
D	Rozvor	5 180 mm	H	uhel sklápění korby	49°

Zatížení na nápravy (přibližně)

- Přední náprava
 - prázdný 45-46%
 - naložený 33%

- Zadní náprava
 - prázdný 54-55%
 - naložený 67%

Objem Palivové nádrže 1893 l

Objem chladícího systému 379 l

Objem oleje v motoru 204 l

4.2 Pomocná technologie

Grejdr 16M je navržen tak, aby plně zabezpečoval vybudování a údržbu dopravní důlní cesty potřebné pro maximální efektivitu těžby. Celkově je v sestavě navržen 1 stroj.

Cisterna 730BWT je na podvozku kloubového dampru Cat 730. Cisterna má objem 22 700 litrů vody, je unikátní díky univerzálním způsobům plnění cisterny, což pomáhá snížit prostoje a zvýšit efektivitu provozu. Dampr lze přistavit pod napouštěcí zařízení a jednorázově naplnit obsah cisterny. Další možností je naplnit cisternu tlakovou vodou z hydrantu nebo načerpat vodu z nádrží přímo poblíž pracoviště přes čerpadlo umístěné v zadní části cisterny. Celkově je v sestavě navržen 1 stroj.

Kolový dozer CAT 834H doplňuje řadu pásových dozerů. Jeho hlavní činnost spočívá v přípravě dočasných komunikací na řezu k jednotlivým lopatovým rýpadlům a na výsypkových etážích, dále k likvidaci velkých kusů vypadlých z korby damprů během jízdy. Celkově je v sestavě navržen 1 stroj.

Dozer Cat D8T je pásový dozer, který provádí úpravu pláně v prostoru nasazení lopatových rypadel, jeho činnost je při přípravě dočasných komunikací na řezu k jednotlivým lopatovým rýpadlům. Celkově je v sestavě navržen 1 stroj.

Rypadlo M318D je v sestavě jako pomocné rypadlo mnohostranného využití díky rychloupínači a možnosti nasazení celé řady pracovních nástrojů na násadu. Jako

hlavní činnost má toto rypadlo v budování a údržbě odvodnění, dále pak odstraňování případných nálepů z korby. Celkově je v sestavě navržen 1 stroj.

4.3 Přepravní trasy skrývkových hmot kolovou technologií

Přepravní trasy byly voleny dle možností samotného lomu ČSA. Tento lom je dlouhodobě vybaven kontinuální technologií s DPD, což silně limituje volbu dopravní trasy pro kolovou technologii. Dalším výrazným prvkem je stávající malý plošný rozsah rozvoje porubních front daný omezujícími faktory ve vazbě na umístění otočného bodu a úpatím Krušných hor. Celkově byly navrženy tři možné trasy dopravy skrývkových hmot, které vyhovují navrženému typu damprů, a to jak z hlediska technických parametrů, tak i z hlediska bezpečnosti provozu a ekologických aspektů. Tím byla vyloučena i možnost vedení dopravní trasy mimo vlastní prostor povrchového dolu.

Pro všechny trasy byl zvolen jednotný výchozí bod a bod zakládání skrývkových hmot.

4.3.1 Trasa 1

Trasa je vedena z místa dobývání skrývkových hmot severozápadním směrem po úbočí Krušných hor, kde využívá etáže bočních závěrných svahů. Nevýhodou této trasy je její vedení přes úseky, které jsou v současné době nestabilní a vyskytují se zde skluzové partie. Předpokládá se však, že realizovaná opatření a probíhající sanační práce splní předpokládané očekávání a důlní komunikace nebude narušena skluzem zemin.

Délka trasy je celkově 3,751 km, přičemž délka trasy po etážích je vedena trasa v délce 0,922 km, délka dočasných úseků je 0,224 km a délka stabilní trasy s dlouhodobou životností je 2,605 km.

Profil trasy je téměř ideální bez větších stoupání, poloměry zatáček v části stabilní trasy výrazně nesnižují rychlost dampru. To ostatně dokládá i dosažení poměrně vysokých průměrných rychlostí dampru.

4.3.2 Trasa 2

Trasa je vedena mimo prostor bočních svahů s cílem dosažení co nejkratší trasy. Důlní komunikace je vedena s postupným klesáním až na vyuhlenou část povrchového dolu. Další část trasy postupně stoupá až na kótu +165 m s vyústěním přímo ve středu postupu výsypky. Trasa je vedena tak, aby se nikde nekřížila s DPD, problematický však bude koordinace s postupem kontinuální technologie v partiích pod úbočím Krušných hor.

Dalším problémem je profil trasy. Na trase je několik strmých klesání a prudkých stoupání, což velmi výrazně snižuje průměrnou rychlost dampru. Oproti trase 1 je sice o více než 400 m kratší, vypočtená průměrná rychlost dampru jak prázdného, tak i plného, je výrazně nižší, než v předchozím případě.

Celková délka trasy je 3,301 km, z čehož celkem 1,831 km je trasa dočasná. Stabilní část důlní komunikace je o délce 1,470 km, část komunikace je vedena po podloží uhelné sloje, které vykazuje dostatečnou pevnost a není zpevněna štěrkovým ložem. V praxi to znamená, že sice dojde k úspoře investičních nákladů na výstavbu důlní komunikace, vedení trasy však bude z velké části stále přesouvána společně s postupem těžebních řezů.

4.3.3 Trasa 3

Jak je již popsáno v úvodu této diplomové práce, nasazení diskontinuální technologie je jako alternativa náhrady stávající kontinuální technologie. Z tohoto důvodu se tato varianta vedla v po trase stávající DPD 1800 mm. Z uvažovaných tras je tato varianta nejdelší, problémem je velké množství zatáček, z čehož 3 mají rádius menší, než 100 m. Dalším problémem je křížení trasy s uhelnými odtahovými linkami tvořenými DPD 1200 mm.

Podélný profil trasy je poměrně členitý, v některých částech dosahuje stoupání 10%.

Celková délka trasy je 5,891 km, přičemž délka trasy po etážích je vedena trasa v délce 0,684 km, délka dočasných úseků je 0,190 km a délka stabilní trasy s dlouhodobou životností je 5,017 km.

Členitý profil trasy a množství zatáček snižuje průměrnou rychlost damprů a prodlužuje jejich dobu jízdy.

Tabulka 3 - Délky jednotlivých tras

		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
trasa vedená po etážích	<i>m</i>	922	-	684
z toho rovné úseky	<i>m</i>	922	-	684
z toho zatáčky	<i>m</i>	-	-	-
dočasná trasa	<i>m</i>	224	1 831	190
z toho rovné úseky	<i>m</i>	-	1 831	-
z toho zatáčky	<i>m</i>	224	-	190
stabilní trasa	<i>m</i>	2 605	1 470	5 017
z toho rovné úseky	<i>m</i>	2 031	1 322	4 439
z toho zatáčky	<i>m</i>	574	148	578

4.4 Konstrukce komunikace

Důlní komunikace se skládá ze tří částí rozdílně konstrukčně řešené, a to:

- stabilní část důlní komunikace, tj. stabilní trasa,
- přechodová část komunikace,
- komunikace vedená na pojezdových pláních v řezu nebo na výsypkové etáži.

Stabilní část komunikace je konstrukčně navržena tak, aby bylo možné dosahovat maximální rychlosti při maximálním využití nosnosti dampru. Pro horní vrstvu komunikací je využit granulát z teplárny Komořany, který je smíchán pro zvýšení pevnosti povrchu cementem v poměru 75,0 kg na 5 m³ (předpoklad automíchačka) a uválcováním 1x po 10 cm vrstvy. Následuje vrstva jemného štěrku frakce 4-8, hrubého štěrku nepraného velikosti 32++. Základ lože je vybudován ze štěrkopísku.

Pro dampr CAT 785D jsou zvoleny následující mocnosti vrstev:

Tabulka 4 - Složení a tloušťka vrstev důlní komunikace

granulát zpevněný cementem	100 mm
jemný štěrk povrchu	150 mm
hrubý štěrk povrchu	350 mm
štěrkopísek- podloží trasy	500 mm

Dočasná část důlní komunikace je tvořena pouze štěrkovým ložem z hrubého štěrku nepraného velikosti 32++ o mocnosti 0,5 m. [7]

4.5 Disponibilní časový fond

Disponibilní časový fond nám dává:

- Roční časový fond

$$T_K = 365 \text{ dnů} \times 24 \text{ hod} = 8760 \text{ hod}$$

- Ztráty z vyšší moci - představují čas, kdy důl neplánuje výrobu z titulu odstávky technologie o svátcích, omezení provozu při extrémním počasí, atd. Stanovené procento se týká nepřetržitého provozu a je stanoveno na 3,5 % z celkového kalendářního časového fondu.

$$T_{VM} = T_K \times 0,035 = 306,6 \text{ hod}$$

- Ztráty z nedostatečného využití strojů v sestavě - časové ztráty, kdy plně funkční technologie není provozována z titulu absence osádky, střídání směn, hygienických přestávek, preventivní údržby, porad, atd. je stanovena na 10 %.

$$T_{VS} = T_K - T_{VM} \times 0,1 = 845,3 \text{ hod}$$

- Ztráta z titulu dostupnosti strojů – časová ztráta daná neplánovanou poruchovostí strojů v celé sestavě a je ve výši 5%.

$$T_{DS} = (T_K - T_{VM} - T_{VS}) \times 0,05 = 380,4 \text{ hod}$$

- Faktor pracovní výkonnosti – při výpočtu výkonnosti diskontinuální technologie je nutné v daleko větší míře v porovnání s kontinuální technologií uvažovat o lidském faktoru, který ovlivňuje výkonnost celé skladby strojů. Výše faktoru je dána již v projekční fázi nevhodným výpočtem a skladbou strojů, což v reálném provozu způsobuje např. hromadění technologie v uzlových bodech či nevyužití výkonnosti částí celku. V provozní části se jedná o lidský faktor daný strojníkem, a to nevhodnou organizací práce nebo pracovní disciplínou. Pro výpočet se uvádí ztráta ve výši 15%.

$$T_{FV} = (T_K - T_{VM} - T_{VS} - T_{DS}) \times 0,15 = 1084,2 \text{ hod}$$

Disponibilní časový fond pro diskontinuální technologii je tedy dán vztahem:

$$T_{DF} = (T_K - T_{VM} - T_{VS} - T_{DS} - T_{FV}) = 6143,5 \text{ hod} \cong 6144 \text{ hod}$$

Čistý celkový čas na těžbu a přepravu skrývkových hmot je celkem 6 144 hod, což je cca 256 dnů z ročního časového fondu. Celkový neprovozní čas je relativně vysoký, jsou v něm však zahrnuty veškeré ztrátové časy vzniklé při samotném provozu. [4]

4.6 Počet damprů v rámci jednotlivých variant

Počet damprů je odvislý od mnoha faktorů. V následujícím textu jsou uváděny pouze výstupní data, podrobný výpočet je uveden v příloze č. 2 – 4.

Doba jízdy vozidel bude na jednotlivých trasách rozdílná a je dána:

- Celkovou délkou důlní trasy,
- Stoupáním či klesáním jednotlivých dílčích úseků, což způsobuje pokles průměrné rychlosti,
- Poloměry zatáček, což způsobuje opět pokles průměrné rychlosti.

Doba nakládky rypadlem

- Objem korby dampru: 78,2 m³
- Cyklus nakládky lžíce: 40 s

Objem korby skutečný bude převážně nižší a nebude vždy dosaženo plného naložení. Pro výpočet je použit koeficient $k_{pl} = 0,8$

$$Q_{skut} = 78,2 \times k_{pl} = 62,56 \text{ m}^3 \text{ s. z.}$$

Počet lžic na dampr: 5 (*převzato od firmy Phoenix Zeppelin*)

Doba nakládky dampru:

$$t_{nakl} = 5 \times 40 = 200 \text{ s}$$

V rámci nakládky dampru jsou k uvedenému času připočteny ještě manipulační časy.

Na základě výpočtu vyšla průměrná rychlost a časy nakládky a vykládky následovně:

Tabulka 5 - Časy a průměrná rychlost v jednotlivých variantách

Druh činnosti	jednotka	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
doba nakládky	<i>min</i>	4,33	4,33	4,33
doba jízdy plného dampru	<i>min</i>	7,92	10,84	13,39
průměrná rychlost plného dampru	<i>km/hod</i>	29,00	23,33	30,37
doba vykládky	<i>min</i>	3,52	3,52	3,52
doba jízdy prázdného dampru	<i>min</i>	8,21	8,96	11,93
průměrná rychlost prázdného dampru	<i>km/hod</i>	31,50	27,50	34,63

Pro výpočet vycházíme z následujícího požadavku přepravy skrývkových hmot:

- rostlé zeminy: 6,00 mil. m³

Bc. Jana Martincová: Odvozní trasy a vliv na ekonomiku provozu diskontinuální technologie

- koeficient nakypření: $k_n = 1,3$
- sypané zeminy: 7,8 mil. m^3

Potřebný počet damprů je vypočítán z ročního disponibilního časového fondu, z obrátkovosti dampru a přepraveného množství na jeden cyklus. [6]

Tabulka 6 - Potřebný počet damprů dle jednotlivých variant

	jednotka	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Celkový manipulační čas 1 obrátky dampru	<i>min</i>	23,98	27,65	33,17
<i>počet obrátek v roce</i>		15 373	13 330	11 113
<i>roční objem přepraveného materiálu</i>	<i>m3</i>	961 722	833 931	695 231
počet damprů v sestavě	<i>ks</i>	8	9	11

Pokud budeme vycházet z dostupné prodejní ceny dampru CAT 785D, která činí 2,2 mil Eur a z provozních nákladů na jednu Mth, která byla firmou Phoenix Zeppelin stanovena v částce 4 670 Kč, pak (při kurzu 25,4 Kč/Eur), pak přepokládané investiční náklady vycházejí následovně:

Tabulka 7 - Investiční náklady na pořízení damprů

	Jed.	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
počet damprů v sestavě	ks	8	9	11
Pořizovací cena	<i>Kč</i>	447 040 000	502 920 000	614 680 000
Roční provozní náklady	<i>Kč</i>	229 539 840	258 232 320	315 617 280

Tabulka č. 7 ukazuje, že i když trasa důlní komunikace ve variantě 2 je nejkratší, profil trasy neumožňuje plně využít technické možnosti stroje. Trasa navržená ve variantě 1 se z tohoto pohledu jeví jako nepříznivější, díky nižšímu počtu damprů budou logicky i nižší provozní náklady.

Pro porovnání jsou dále uvedeny náklady na výstavbu důlní komunikace. Její parametry vycházejí z rozměrů dampru, u varianty 2 není část úseku zpevněna s ohledem na vedení trasy po pevném podloží. V následující tabulce jsou uvedeny pouze výsledné hodnoty, dílčí výpočty jsou uvedeny v příloze č. 2-4.

Tabulka 8 - Náklady na výstavbu důlní komunikace

	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Celkové náklady na dopravu materiálu na výstavbu důlní komunikace	3 756 872,30 Kč	3 504 687,42 Kč	6 510 846,60 Kč
Celkové náklady na materiál na výstavbu důlní komunikace	12 979 357,48 Kč	7 172 500,14 Kč	24 542 081,01 Kč
Celkové náklady na výstavbu důlní komunikace	16 736 229,78 Kč	10 677 187,56 Kč	31 052 927,61 Kč

Z uvedené tabulky je patrné, že zvýšené investiční náklady na výstavbu důlní komunikace varianty 1 v porovnání s variantou 2 jsou sice vyšší cca o 6 mil Kč, nedosahují však rozdílu výše investičních nákladů na pořízení dampru.

5 ZÁVĚR

Zjištěné a vypočtené hodnoty spojené s nákupem kolové technologie – damprů a jejich provozem ukazují, že při takto velkém objemu přepravy skrývkových hmot a použité technologie, již nelze plánovat trasy nahodile, ale je nutné propočítat výhody a nevýhody jednotlivých variant z hlediska investičních nákladů a následných provozních nákladů. V rámci diplomové práce je uvedena pouze dílčí část celé sestavy strojů. Pokud však budeme vycházet z faktu, že doprava tvoří cca 50% nákladů, jedná se o část velice významnou.

Z vypočtených výsledků doporučuji k dalšímu rozpracování důlní komunikaci dle varianty 1. Jak je patrné z kapitoly 4, náklady na její výstavbu jsou sice vyšší, než u varianty 2, výhoda trasy však je v následném nižším počtu provozovaných damprů a nižších provozních nákladech. Její nespornou výhodou je profil, který umožňuje maximálně využít parametrů dampru.

Trasa dle varianty 2 je sice nejkratší, ale velká převýšení velmi výrazně snižují přepravní rychlost a po určitém čase by s ohledem na namáhání stroje došlo ke zvýšení nákladů na údržbu. Další nevýhodou je částečná kolize se stávající kontinuální technologií.

Trasa dle varianty 3 je vedena v místě stávajícího umístění DPD. Tím je tato trasa neúměrně dlouhá, což zvyšuje jednak investiční náklady, ale zároveň následně provozní náklady nejen na přepravu, ale i údržbu důlní komunikace.

Na uvedených variantních řešení je vidět, že práce báňského projektanta má zásadní vliv na ekonomiku důlního provozu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

1. KRYL, V. a kol : *Povrchové dobývání ložisek*, skripta ES VŠB –TU Ostrava, Ostrava, 1989, 1. Vydání, počet stran 323
2. KLIMECKÝ, O; [et al.]. *Manipulace s materiálem: doprava v lomech.* 1. vyd.. - Ostrava : Vysoká škola báňská, 1988 - 312 s. : il.
3. VANĚK, A.: *Moderní strojní technika a technologie zemních prací.* 1.vyd. Praha : Akademie věd České republiky, 2003, 526 s., ISBN 80-208-1045-9.
4. Kaufman, W.W. and Ault, J.C.. *The design of surface mine haul roads a manual.*, 1977, USDOL Information circular 8758R
5. *POPD lomu ČSA*, interní materiál LUAS, 2005
6. *Zeppelin Baumaschinen*, příručka, výrobní program 2013/2014
7. <http://www.p-z.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar>

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obrázek 1 - Překládací místo s drtičem skrývky	4
Obrázek 2 - Kloubový dampr.....	8
Obrázek 3 - Velkokapacitní tahač	9
Obrázek 4 - Profol komunikace	14
Obrázek 5 - Pohledová vzdálenost vertikální	16
Obrázek 6 - Pohledová vzdálenost horizontální	17
Obrázek 7 - CAT 785D rozměrový náčrtek	20

SEZNAM TABULEK:

Tabulka 1 - Technologie lomu ČSA.....	10
Tabulka 2 - Doporučené maximální sklony stoupání.....	13
Tabulka 3 - Délky jednotlivých tras.....	24
Tabulka 4 - Složení a tloušťka vrstev důlní komunikace	25
Tabulka 5 - Časy a průměrná rychlost v jednotlivých variantách.....	27
Tabulka 6 - Potřebný počet damprů dle jednotlivých variant.....	28
Tabulka 7 - Investiční náklady na pořízení damprů.....	28
Tabulka 8 - Náklady na výstavbu důlní komunikace	29

SEZNAM PŘÍLOH:

příloha č. 1 : Situační mapa lomu ČSA (M 1 : 1 000)

příloha č. 2 : Výpočet Varianta 1

příloha č. 3 : Výpočet Varianta 2

příloha č. 4 : Výpočet Varianta 3

příloha č. 5 : Trasa 1

příloha č. 6 : Trasa 2

příloha č. 7 : Trasa 3